1971

Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn

Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn

Printed in Germany

GRUNDLAGENSTUDIEN

AUS

KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

BAND 12 HEFT 4 | DEZEMBER 1971 | KURZTITEL GrKG 12/4

INHALT

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.
Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.
Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.
Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.
Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug durch Buchhandel oder Verlag.
Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances métodologiques appelées cybernetique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement.
Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce dévéloppement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des reseaux éléctriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la litérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnés. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spezial) L'envoi et la couverture du tome complèt (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.
Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle
Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodologica- tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.
The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32–48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.
Price: DM 4.80 per number (and spezical number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

ZUR UNGLEICHUNG ZWISCHEN DER MITTLEREN OBJEKTIVEN UND MITTLEREN SUBJEKTIVEN INFORMATION

von Hermann Stever, Karlsruhe

Der Prozeß der informationellen Akkomodation wird in der Literatur zur Informationspsychologie mittels der bekannten Beziehung

$$I_{obj}(p_1, \ldots, p_n) = -\sum_{i=1}^{n} p_i \operatorname{ld} p_i \leqq$$

$$I_{sub}(p_1, \ldots, p_n; q_1, \ldots, q_n) = -\sum_{i=1}^{n} p_i \operatorname{ld} q_i$$

beschrieben. Frank (1964) beweist diese Ungleichung mit Hilfe der Jensenschen Ungleichung, wobei eine Fallunterscheidung unumgänglich ist. Auch bei einem Beweis, in dem die Beziehung $\log x \leqq (x - 1) \log e$ für $x > 0$ ausgenützt wird, ist eine Fallunterscheidung nötig.

Da die obige Beziehung zwischen der mittleren objektiven Information

$$I_{obj}(p_1, \ldots, p_n)$$

und der mittleren subjektiven Information

$$I_{sub}(p_1, \ldots, p_n; q_1, \ldots, q_n)$$

die bisher einzige Beschreibungsmöglichkeit der informationellen Akkomodation darstellt und insofern von grundsätzlicher Bedeutung für die Informationspsychologie ist, sei im folgenden ein Beweis angegeben, bei dem es einer Fallunterscheidung nicht bedarf.

Satz:

Für $n \in N$ und $p_i, q_i \in [0,1]$ für $i = 1, 2, \ldots, n$ mit

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = \sum_{i=1}^{n} q_i = 1 \quad \text{gilt}$$

α) $I_{obj}(p_1, \ldots, p_n) \leqq I_{sub}(p_1, \ldots, p_n; q_1, \ldots, q_n)$

β) Die Gleichheit gilt genau dann, wenn $p_i = q_i$ für alle $i = 1, 2, \ldots, n$.

Beweis:

Es gilt für $a_i, \lambda_i \in \mathbb{R}$ $(i = 1,2, \ldots, n)$ mit $a_i \geqq 0$, $\lambda_i > 0$ und $\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1$

$$\prod_{i=1}^{n} a_i^{\lambda_i} \leqq \sum_{i=1}^{n} \lambda_i a_i \tag{1}$$

Dabei gilt die Gleichheit genau dann, wenn $a_i = a_j$ für $i = 1,2, \ldots n$; $j = 1,2, \ldots, n$.

Da I_{obj} und I_{sub} symmetrisch in den Indizes ihrer Argumente sind, eine Umnumerierung der $p_1, p_2, \ldots, p_n$ den Wert von I_{obj} bzw. eine gleichzeitige Umnumerierung der $p_1, p_2, \ldots, p_n$ und $q_1, q_2, \ldots, q_n$ den Wert von I_{sub} also nicht ändert, können wir o.B.d.A. annehmen, daß $p_i = 0$ für $i = 1,2, \ldots, m$ und $p_j > 0$ für $j = m+1, \ldots, n$ $(m \in \mathbb{N}_0, m < n)$ ist.

a) Aus (1) folgt dann mit

$$a_i := \frac{q_i}{p_i}, \qquad \lambda_i := p_i \qquad i = m+1, m+2, \ldots, n$$

$$\prod_{i=m+1}^{n} \left(\frac{q_i}{p_i}\right)^{p_i} \leqq \sum_{i=m+1}^{n} p_i \frac{q_i}{p_i} = \sum_{i=m+1}^{n} q_i \leqq 1 \tag{2}$$

Durch Logarithmieren ergibt sich daraus

$$\sum_{i=m+1}^{n} p_i \operatorname{ld} \frac{q_i}{p_i} \leqq \operatorname{ld} 1 = 0$$

oder

$$-\sum_{i=m+1}^{n} p_i \operatorname{ld} p_i \leqq -\sum_{i=m+1}^{n} p_i \operatorname{ld} q_i . \tag{3}$$

Da $I_{obj}(p_1, \ldots, p_n)$ bzw. $I_{sub}(p_1, \ldots, p_n; q_1, \ldots, q_n)$ nur erklärt sind,

wenn

$$\left.\begin{array}{l} p_i \,\mathrm{ld}\, p_i := 0 \\ \mathrm{ld}\, p_i := +\infty \end{array}\right\} \quad \text{für } p_i = 0 \qquad (i \varepsilon \{1,2, \ldots, n\})$$

definiert wird, ist (3) äquivalent mit

$$- \sum_{i=1}^{n} p_i \,\mathrm{ld}\, p_i \leqq - \sum_{i=1}^{n} p_i \,\mathrm{ld}\, q_i \qquad (4)$$

Damit ist Teil α) des Satzes bewiesen.

b) Gilt in (4) das Gleichheitszeichen, so gilt es auch in (3) und damit überall in (2).

Aus $\sum_{i=m+1}^{n} q_i = 1$ folgt $q_i = 0$ für i = 1,2, ..., m, während mit (1) aus

$$\prod_{i=m+1}^{n} \left(\frac{q_i}{p_i}\right)^{p_i} = \sum_{i=m+1}^{n} p_i \left(\frac{q_i}{p_i}\right)$$

folgt

$$\frac{q_i}{p_i} = \frac{q_j}{p_j} \qquad i, j = m+1, m+2, \ldots, n. \qquad (5)$$

(5) in Verbindung mit $\sum_{i=m+1}^{n} q_i = \sum_{i=m+1}^{n} p_i = 1$ liefert aber gerade $q_i = p_i$,

$i = m+1, m+2, \ldots, n$, so daß insgesamt folgt $q_i = p_i$ für i = 1,2, ..., n. Umgekehrt folgt trivialerweise aus $p_i = q_i$ für i = 1,2, ..., n die Gleichheit in (4) und Teil β) des Satzes ist bewiesen.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar — Über den nichtnegativen Erwartungswert von $i_{sub}(z_k) - i(z_k)$. GrKG 5/1, S. 25, 1964

Hardy
Littlewood
Pólya — Inequalities. Cambridge, 1934

Eingegangen am 8. April 1971

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hermann Stever, 75 Karlsruhe, Kaiserstr. 12,

Mathematisches Institut II
Seminar für Didaktik der Mathematik

VORSCHLÄGE ZUR ABFASSUNG VON CUU-DIDAKTOGRAMMEN *

von Karl Eckel, Frankfurt

1 Die Erfahrungen bei der Entwicklung des CUU-Kurses Einführung in die Elektrizitätslehre" (vgl. Schrifttumsverzeichnis) haben zu folgender Arbeitsteilung geführt:

- Der Lehrer-Autor kann das CUU-Didaktogramm ohne Kenntnisse der Programmiersprache so erstellen,
- daß der Programmierer das CUU-Programm ohne Rückfragen ausprogrammieren kann.

Das Verfahren hat folgende Vorteile:

Der Lehrer-Autor muß nicht auf "Punkte", "Kommas", Kennzeichnungen von "Schaltern" und "Puffern" und andere "Pedanterien" einer Programmsprache achten. Er kann sich voll und ganz auf seine didaktische und unterrichtslogische Arbeit konzentrieren. (Unterrichtslogik: Form des Unterrichtsablaufs.) Er tut das, wofür er als Lehrer-Autor (besser) bezahlt wird. (Die Verquickung von Didaktogrammier- und Programmierfunktion dürfte sich in den meisten Fällen nachteilig auf die Qualität der betreffenden CUU-Kurse auswirken.)

Der Lehrer-Autor wird durch den Formalismus für CUU-Didaktogramme gezwungen, seine Unterrichtslogik zu Ende zu denken: Die Notation soll derart sein, daß unterrichtslogische Unvollständigkeiten explizit in Erscheinung treten.

Die zu entwickelnde Notation unterscheidet sich von einer Programmiersprache erstens dadurch, daß sie auf keinerlei hardware-Eigenschaften Bezug nimmt; zweitens ist ihre Struktur durch methodisch-didaktische Wünsche - und nicht et-

---

* 1) Die Untersuchung wird von der VW-Stiftung finanziert.

* 2) Zur Terminologie:
Didaktogramm: Lehrstoff, der unter Berücksichtigung methodisch-didaktischer Kriterien in eine Lehrform gebracht wurde; vom "Unterrichtsvermittler" (Lehrer; Buch; Film; Computer usw.) wird dabei abstrahiert.

CUU-Didaktogramm: Didaktogramm, das ohne CUU (Computerunterstützten Unterricht) nicht realisierbar (lehrbar) ist.

wa durch solche der Rechenökonomie (daß also z. B. möglichst wenig Rechenzeit benötigt wird) bestimmt. Da der angestrebte Formalismus nur die üblichen Symbole der Mathematik und formalen Logik sowie geläufige Vokabeln der englischen Sprache - in ihrer üblichen Bedeutung - benützt, ist sie

- kompakter
- leichter schreib-, les- und überprüfbar

als die in Programmiersprachen geschriebenen Kurse.

Deswegen lassen sich folgende Ziele erreichen:

(1) CUU-Kurse können in vernünftiger Kürze und für jeden Lehrer-Autor nachprüfbar dokumentiert werden.
(2) Die Computer-Hersteller können Compiler für die Übersetzung der CUU-Didaktogramm-Notation in ihre Maschinensprache(-n) entwickeln.
(3) Auf diese Weise können die beiden - wie mir scheint - komplementären Probleme
   - der Nichtaustauschbarkeit von teuren CUU-Kursen
   - des Abbaus von Konkurrenz durch Realisierung der Forderung nach einer standardisierten CUU-Programmiersprache

   gelöst werden.

Die bisher entwickelten CUU-Kurse sind fast durchweg auf die Darbietung durch bestimmte Maschinen angewiesen. Die Übersetzung z. B. einer IBM-Coursewriter-Version in eine UNIVAC-COPI-Version ist abgesehen von unvermeidlichen Gewaltsamkeiten ökonomisch nicht vertretbar. Liegt dagegen der CUU-Kurs in Form einer Ur-Version - als firmenneutrale Didaktogrammnotation - vor, so kann diese mit Hilfe der unter (2) genannten Compiler in die jeweilige Firmensprache maschinell übersetzt werden.

Wie gut der jeweilige Firmen-Compiler das Didaktogramm adapiert, ist eine andere Frage: Hier sind der gegenseitigen Konkurrenz Tür und Tor geöffnet; man kann wohl davon ausgehen, daß sich die einzelnen EDV-Firmen bemühen, die im Didaktogramm vorgegebenen Forderungen möglichst gut zu erfüllen. - Zur Zeit ist die Lage so, daß man um der Austauschbarkeit der CUU-Kurse willen Gefahr läuft, Konkurrenz abzubauen: Man verlangt eine einheitliche Programmiersprache. Im Gegensatz zu einer standardisierten Didaktogramm-Notation würde diese Forderung m. E. zu einer Verminderung der Verschiedenartigkeit der EDV-Erzeugnisse und damit der Konkurrenz führen.

RIPOTA hat kürzlich ähnliche Forderungen aufgestellt. In einer privaten Mitteilung wird eine "primäre Autorensprache" (PAS) vorgeschlagen, die

- auf die Bedürfnisse des Computerunterstützten Unterrichts abgestimmt ist.
- Die Befehle dieser Sprache "sollen sich ausschließlich auf die logische Struktur des Programmablaufs erstrecken".
- "Bei der Übertragung von einer konkreten CUU-Sprache in die primäre Autorensprache soll keine für die Dokumentation des didaktischen und logischen Ablaufs erforderliche Information verloren gehen.

Während RIPOTA von (den) CUU-Sprachen ausgehend zur PAS-Sprache gelangen möchte, ist mein Vorgehen eher umgekehrt. M.E. sollte man ohne Rücksicht auf bestehende CUU-Sprachen unterrichtslogisch wünschenswerte Sprachformen zusammenstellen, um nach und nach so etwas wie eine internationale - natürlich völlig maschinenneutrale - Notation für CUU-Zwecke zu bekommen. Die erste Forderung RIPOTAs möchte ich gerne durch folgende ersetzen:

> Die zu entwickelnde Notation sollte es erlauben, Unterrichtsabläufe auf möglichst einfache Art zu charakterisieren. (Die Unterrichtslogik ist primär; der CUU sekundär.)

Wie schon oben angedeutet, hat die erwähnte Einfachheit drei Aspekte: Bequeme Schreib-, Les- und Kontrollierbarkeit. Im ersten Moment könnte man meinen, daß die beiden ersten Forderungen Gegenspieler sind: je kompakter die Notation um so unbequemer die Lesbarkeit. M.E. ist dem nicht so. Das Prinzip der bequemen Lesbarkeit - in Verbindung mit dem der Kontrollierbarkeit - ist übergeordnet, und zwar sowohl für den Leser als auch für den Schreiber (als Leser und Überprüfer seines Produkts). Eine kompakte(re) Notation kann nur dadurch gerechtfertigt werden, daß sie die Les- und Kontrollierbarkeit verbessert. (Unnötiger Zeichen- und Formelkram ist ein Indiz für Pseudowissenschaftlichkeit.)

Im folgenden wird ein kleiner Ausschnitt aus dem CUU-Didaktogramm Einführung in die Elektrizitätslehre" wiedergegeben. Auf den Experimentalcharakter der betr. Untersuchung sei besonders hingewiesen. U.a. soll festgestellt werden, wieviel Durchläufe nötig sind, um ein pädagogisch befriedigendes Antwortrepertoire ermitteln zu können. (Der erste Durchlauf erfolgte mit drei Schülern, um grobe programmtechnische Fehler auszumerzen.) - Zum Begriff "Freiantwortanalyse", die in dem Didaktrogramm "demonstriert" wird, sei auf die Arbeit von Herrn Freibichler und mir hingewiesen.

2 Beispiel für eine CUU-Didaktogramm-Einheit

Die Didaktogrammeinheit setzt sich folgendermaßen zusammen: a) Sogenannter Informationsteil; b) Menge der Schlüsseleinheiten; c) Menge der "relevanten" Antworten (vgl. Eckel und Freibichler, 1970); d) Menge der Kommentare und zugehörigen Steueranweisungen.

Didaktogramm

L 149
An welcher Elektrode leuchtet das Füllgas? ______
- -
K 1 Elektrode. K 2 negativer Pol ∨ Minuspol.
K 3 verbunden ∨ Kontakt haben. K 4 positiver Pol ∨ Pluspol.
- -
AO = ∅. A1 = K1&K2&K3. A2 = K1&K3&K4.
- -
AO Deine Antwort ist nicht vorgesehen. ______
A1, AO1, A21, AO21 Sehr gut! Das Gas leuchtet immer an der Elektrode, die mit dem Minuspol verbunden ist. GO TO L 150.
A22, AO22 Leider ist auch diese Antwort falsch. Die richtige lautet: ... . GO TO L 150.
A2, AO2 Deine Antwort trifft leider nicht zu. Melde Dich beim Rechenzentrum ab und wiederhole den Versuch bei L 149. GO TO L 149.
AOO Leider ist auch diese Antwort nicht vorgesehen. Die richtige lautet: ... . GO TO L 150.
A2O, AO2O Diese Antwort ist nicht vorgesehen. Die richtige lautet: ... . GO TO L 150
- -

3 Bedeutung der im Didaktogramm verwendeten Zeichen und Ausdrücke

L	Lern-Lehr-Einheit
______	Der sechs Anschläge lange Strich fordert den Schüler auf, eine Antwort zu geben.
K	Schlüsseleinheit (key word). Diese kann aus irgendeiner Zeichenfolge bestehen.
A	Antwort, deren Vorkommen geprüft wird. - Besitzt A nur einen Index, so kennzeichnet dieser die vorgesehene Antwort.

- Besitzt A mehrere Indices, so kennzeichnet der erste die vom Schüler bei erstem Antwortversuch gegebene Antwort, der zweite die beim zweiten Versuch gegebene Antwort usw. AO21 gibt z.B. an, daß beim ersten Versuch die Antwort AO, beim zweiten die Antwort A2 und beim dritten die Antwort A 1 gegeben wurde.

∅ Nullmenge: Keine der in der Antwortmenge vorgesehenen Antworten (Antwortelemente) wurde gegeben. In unserem Beispiel: Weder A1 noch A2 wurden vom Rechner angegetroffen.

& Logisches "und" in der Bedeutung von "sowohl als auch".

v Logisches "oder" im nicht ausschließenden Sinn.

GO TO Anweisung an den Rechner. Z.B.: "GO TO L 150" weist den Rechner an, nach L 150 zu gehen.

Die Brauchbarkeit dieser Zeichen und Ausdrücke sowie deren sinnvolle Ergänzung kann natürlich nur auf der Grundlage empirischer Arbeiten gezeigt bzw. gefunden werden. M.E. muß die arbeitsteilige Zusammenarbeit zwischen Autor und Programmierer zu einer raschen Fortentwicklung der Didaktogramm-Notation führen: Jede Rückfrage des Programmierers führt zwangsläufig zu einer Überprüfung und damit zu einer Erhärtung oder einer Korrektur oder einer Ergänzung der Notation.

4 Das zugehörige Coursewriter-Programm

(erstellt von G. Richter, Frankfurt)

```
  1-  0 qu           An welcher Elektrode leuchtet
                     das Fuellgas? __________
  1-  1 ld 0/c1
  1-  2 ld 0/c2
  1-  3 ld 0/c3
149a
  1-  0 qu
  1-  1 fn clearf/3
  1-  2 ca(c,w) &elektrode&+)
  1-  3 ad(u) 1/c1
  1-  4 ld 1/s1
```

+) Anmerkung: dieses "&" hat nicht die Bedeutung des logischen "und".

```
  1-  5 ca(c,w) &negativenpol& &minuspol&
  1-  6 ld 1/s2
  1-  7 ca(c,w) &verbunden& kontakthaben&
  1-  8 ld 1/s3
  1-  9 ca(c,w) &positivenpol& &pluspol&
  1- 10 ld 1/s4
  1- 11 wa(l) &/
  1- 12 ca(c,l) &
  1- 13 br #1/s1,1/s2,1/s3,1
  1- 14 br #2/s1,1/s3,1/s4,1
  1- 15 br #3/s0,0
#1
  0-  1 ty          Sehr gut! Das Gas leuchtet immer
                    an der Elektrode, die mit dem
                    negativen Pol verbunden ist.
  0-  2 br 150
#2
  0-  1 br #4/c1,ge,2/c2,e,1
  0-  2 ty          Deine Antwort trifft leider nicht
                    zu. Melde Dich beim Rechenzentrum
                    ab und wiederhole den Versuch.
  0-  3 ad(u) 1/c2
  0-  4 br 149a
#3
  0-  1 br #5/c1,e,2/c3,e,1
  0-  2 br #6/c1,e,2/c3,e,0
  0-  3 br #6/c1,e,3/c3,e,1
  0-  4 ty          Deine Antwort ist nicht
                    vorgesehen. ____________

  0-  5 ad(u) 1/c3
  0-  6 br 149a
#4
  0-  1 ty          Leider ist auch diese Antwort
                    falsch. Die richtige Antwort
                    lautet:
  0-  2 br 150
#5
  0-  1 ty          Leider ist auch diese Antwort
                    nicht vorgesehen. Die richtige
                    Antwort lautet:
  0-  2 br 150
#6
  0-  1 ty          Diese Antwort ist nicht vorge-
                    sehen ; die richtige lautet:
  0-  2 br 150
150
  1-  0 qu          ..............
```

Schrifttumsverzeichnis

Eckel, K. Preuß, G.	Einführung in die Elektrizitätslehre (Bd. 1), Vieweg-Verlag [2]1971
Eckel, K. Freibichler, H.	Computerunterstützter Unterricht (CAI), Freiantwortkontrolle und CAI-Sprachenvergleich, Cornelsen, pl 4/1970
Ripota, P.	Vorschläge zu einer primären Autorensprache (PAS) Freiburg - private Mitteilung -

Eingegangen am 17. September 1971

Anschrift des Verfassers:
Oberstudienrat Karl Eckel, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 6 Frankfurt/M., Schloßstr. 29

ZUR DEDUKTION QUANTITATIVER LEHRZIELE AUS QUALITATIVEN BILDUNGSWERTUNGEN

von Helmar Frank und Brigitte Frank-Böhringer, Berlin

1. Problemstellung

In einer früheren Arbeit (Frank und Frank-Böhringer, 1968) wurde am Modellfall der Formaldidaktik ALZUDI 1 eine Rentabilitätsgrenze für den Sollwert des Lernens hergeleitet, darüber hinaus jedoch auch versucht, aus einer nicht-quantitativen, allgemeinen Wertung des Lernens quantitative Lehrziele, nämlich insbesondere die zu fordernde Lernwahrscheinlichkeit p^{SOLL} abzuleiten, welche als Eingabedatum von ALZUDI 1 benötigt wird. Das Ergebnis dieser Überlegungen wurde in Abhängigkeit von der Vorkenntnis als Parameter dargestellt, wobei diese Vorkenntnis nicht durch die Wahrscheinlichkeit p_0 definiert wurde, mit welcher der Adressat den Lehrstoff schon vor der Belehrung kennt, sondern durch den relativen Vorkenntnisstand $\kappa = p_0/p^{SOLL}$.

Ob man von κ oder von p_0 ausgeht, bedeutet für die Bestimmung der Rentabilitätsgrenze nur eine Umrechnung, die sich freilich als praktisch unbequem erweist. Bei der Herleitung von p^{SOLL} dagegen muß nach p^{SOLL} differenziert werden. Hierbei ist zu entscheiden, ob κ oder ob p_0 als Konstante anzusehen ist. Der Kappawert ist beispielsweise als konstant anzusehen, wenn fremdsprachliche Ausdrücke mit Wahrscheinlichkeiten gelernt werden sollen, welche ihren Auftrittshäufigkeiten proportional sind. Man kann dann mit guter Näherung voraussetzen, daß die durch zufälliges Kennenlernen dieser Vokabeln zustandegekommenen (nicht zu hohen) Vorkenntnisse diesen Auftrittshäufigkeiten proportional sind, so daß für alle diese Vokabeln ein gemeinsamer, in diesem Sinne also konstanter Kappawert anzusetzen ist. Man kann dann die Frage stellen, welche Vokabeln (gekennzeichnet durch ihren schon feststehenden Soll-Wert!) im Sinne der übergeordneten Wertung zu lernen "am wichtigsten" sind. Der Soll-Wert ist aber damit nicht bestimmt, vielmehr ist ein ausgezeichneter solcher Wert aus einer Menge schon gesetzter herausgefunden worden!

Die folgende Untersuchung betrachtet p_0 als Konstante und verallgemeinert unseren damaligen Ansatz insofern, als sie statt der bei ALZUDI 1 und bei der w-t-Didaktik (vgl. Frank, 1966, S. 109 ff. und Frank-Böhringer, 1967) vorausgesetzten Lernwahrscheinlichkeit $a = 0,13$ bei jedem Lernanlaß (jedem das zu lernende Element enthaltenden Halblehrschritt) allgemein mit der (in der Informationspsychologie als auffälligkeitsproportional angesehen) Wahrscheinlichkeit a rechnet.

2. Das Lernmodell

Wir zerlegen das Lernsystem in voneinander unabhängige Zufallsautomaten, von denen jeder ein spezifisches Lehrstoffelement aufnehmen kann. Ist dies geschehen, dann befindet sich dieser Teilautomat im Zustand G ("Gelernt"), vorher im Zustand U ("Ungelernt"). In Bild 1 bezeichnen die ausgezogenen Pfeile den Übergang für den Fall, daß das für den Teilautomaten spezifische Lehrelement gelehrt wurde, die gestrichelten Pfeile, daß gerade ein anderes Lehrstoffelement gelehrt wurde.

Man entnimmt dem Bild vier Voraussetzungen über den Lernprozeß, die wir in der Reihenfolge zunehmend gröberer Vereinfachung der realen Lernphänomene aufführen:

1) Das Lehren von schon Gelerntem bewirkt keine Zustandsänderung. (Das "Überlernen" bleibt also unberücksichtigt.)
2) Wird etwas noch nicht Gelerntes gelehrt, dann wird es mit Wahrscheinlichkeit a gelernt, während diese Belehrung mit Wahrscheinlichkeit 1-a wirkungslos bleibt (also auch die Lernwahrscheinlichkeit beim nächsten Versuch nicht verändert!)
3) Während ein anderes Lehrstoffelement gelehrt wird, wird das schon gelernte, spezifische Lehrstoffelement nicht vergessen.
4) Während ein anderes Lehrstoffelement gelehrt wird, kann das noch nicht gelernte spezifische Lehrstoffelement nicht gelernt werden. (Wir abstrahieren also von Transferwirkungen.)

Sei der Teilautomat am Anfang mit Wahrscheinlichkeit p_0 im Zustand G, dann ist er nach w-maligem Lehren des spezifischen Lehrstoffelements (und beliebig häufigem Lehren anderer Lehrstoffelemente!) in diesem Zustand mit der Wahrscheinlichkeit

$$(1) \qquad p = 1 - (1 - p_0) \cdot (1 - a)^w .$$

Wird gefordert, daß der Zustand G nach Belehrung mindestens mit der Wahrscheinlichkeit $p^{SOLL} \geqq p_0$ angenommen wird, dann reichen dazu gerade

$$(2) \qquad w = \left[{}^{(1-a)}\log \frac{1 - p^{SOLL}}{1 - p_0} \right]$$

spezifische Lernanlässe (Belehrungen) aus, wobei entsprechend der üblichen Konvention die eckigen Klammern den Inhalt auf eine ganze Zahl aufzurunden fordern, falls er nicht schon ganzzahlig ist.

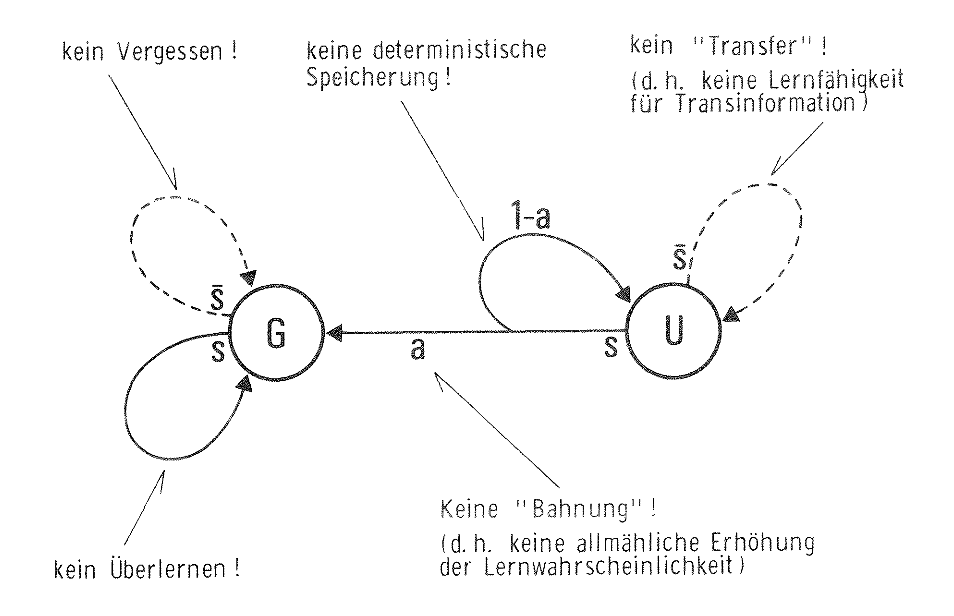


Bild 1 Element des Psychostrukturmodells von ALZUDI 1 (Gedächtnis für 1 spezifisches Lehrelement)

3. Die allgemeine Wertsetzung

Beherrscht ein Adressat ein bestimmtes Lehrstoffelement (befindet er sich also - modellmäßig gesehen - im Hinblick auf dieses im Zustand G), dann benötigt er für jede Anwendung einen Zeitaufwand t_G, welcher kleiner ist als der Zeitaufwand t_U, den er im Zustand U für das Nachschlagen des Lehrstoffelements oder für die Erbringung einer Leistung zur indirekten anderweitigen Bewältigung des Problemes benötigen würde. Sein gesamter Zeitgewinn z als "Kundiger" bei N zu erwartenden Anwendungen dieses Lehrstoffelements gegenüber einem "Unkundigen" ist daher

(3) $$z = N \cdot (t_U - t_G)$$

Nun ist ein möglicher Adressat *vor* Belehrung mit der Wahrscheinlichkeit $p = p_0$ ein Kundiger, *nach* Belehrung mit der Wahrscheinlichkeit $p = p^{SOLL}$. Der

Erwartungswert seines Zeitgewinns (d.h. der theoretische Mittelwert von z für eine größere Anzahl gleichartiger Adressaten) gegenüber einem Unkundigen ist

(4) $$\bar{z} = p \cdot z + (1-p) \cdot 0 = p \cdot z$$

also für den Belehrten:

(4 a) $$\bar{z}_b = p^{SOLL} \cdot z$$

und für den nicht Belehrten:

(4 b) $$\bar{z}_u = p_0 \cdot z$$

Der zu erwartende Zeitgewinn g aufgrund der Belehrung ist folglich

(5) $$g = \bar{z}_b - \bar{z}_u = (p^{SOLL} - p_0) \cdot z$$

Dieser Zeitgewinn wird erkauft durch den Aufwand für die Belehrung, der im Prinzip ebenfalls als Zeitaufwand b des Adressaten meßbar ist; b enthält im einfachsten Falle nur die reine Lernzeit; bei genauerer Betrachtung müßten Sekundärzeiten (Zeit für Anreise, für Erwerb der anteiligen Kursgebühr etc.) addiert werden.

Wir treffen nun folgende, allgemeine, qualitative, intuitiv einsichtige Wertung:

(I) Lernen ist nur sinnvoll, wenn die dafür erforderliche Zeit kleiner ist als der zu erwartende Zeitgewinn. Kurz:

$$b \overset{!}{<} g$$

(II) Die Belehrung soll gerade so zeitaufwendig sein, daß der zu erwartende Zeitgewinn, vermindert um den Zeitaufwand für das Lernen, möglichst groß wird. Kurz:

$$g - b \overset{!}{=} Max$$

4. Konkretisierung der ersten Maxime auf das Lernmodell

Die Lernzeit b steigt mit wachsendem Sollwert und fällt mit steigender Wirksamkeit (Größe der - auffälligkeitsproportionalen - Lernwahrscheinlichkeit a)

der Belehrung. Ferner fällt sie mit steigender Vorkenntnis und steigt mit der Durchschnittszeit, welche für einen der w "Lernanlässe" (Einzellehrakte; Halblehrschritte) benötigt wird; diese Durchschnittszeit c (w) wird im allgemeinen mit wachsendem w geringfügig abnehmen. Es gilt also allgemein

(6) $$b = b\,(p^{SOLL},\ c(w),\ a,\ p_0) = c\,(w) \cdot \left[{}^{(1-a)}\log \frac{1 - p^{SOLL}}{1 - p_0} \right]$$

wobei c (w) nach (2) seinerseits eine Funktion von p^{SOLL}, a, p_0 ist. Wir lassen nun zur Vereinfachung die eckigen Klammern wegfallen und setzen c (w) = c = const. Damit können wir die Maxime (1) konkretisieren zu

(7 a) $$!\ c \cdot {}^{(1-a)}\log \frac{1-p^{SOLL}}{1 - p_0} < (p^{SOLL} - p_0) \cdot z$$

woraus zunächst die triviale Forderung

(7 b) $$!\ p^{SOLL} \neq p_0$$

folgt. Durch Differenzieren der um die linke Seite verminderten rechten Seite von (7 a) nach p^{SOLL} an der Stelle $p^{SOLL} = p_0$ erkennt man, daß für

(7 c) $$p_0 < 1 - \frac{c}{z \cdot \ln \frac{1}{1-a}}$$

die Forderung (7 a) erfüllt ist, wenn p^{SOLL} genügend wenig größer ist als p_0. Gilt (7 b) ebenso wie die Voraussetzung $p_0 < p^{SOLL}$, dann erhält man aus (7 a) nach Umrechnung in natürliche Logarithmen und Trennung der Parameter unter Berücksichtigung von $\ln(1-a) < 0$:

(7 d) $$!\ -\frac{\ln(1-p^{SOLL}) - \ln(1-p_0)}{p^{SOLL} - p_0} < \frac{z}{c} \cdot \ln \frac{1}{(1-a)} =_{Df} n$$

Dem Bild 2 ist das Rentabilitätsgebiet von p^{SOLL} mit der Vorkenntnis p_0 und der "Nutzzahl" n als Parameter zu entnehmen. Die linke Grenzkurve entspricht den Fällen $p^{SOLL} = p_0$; die linke Seite der Ungleichung (7 d) nimmt für diesen Grenzfall (nach der Regel von Bernoulli und de l' Hospital) die Form

$$\frac{1}{1 - p^{SOLL}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{1 - p_0} \quad \text{an.}$$

Mit den für ALZUDI 1 gültigen Werten a = 0,13 und c = 10 sec läßt sich die Bewertung auch auf der Grundlage des Zeitgewinns z vornehmen.
Als Beispiel entnimmt man dem Bild 2, daß bei diesen Werten von a und c und einer Vorkenntnis p_0 = 60 % der Sollwert ohne Verletzung der Forderung I nur im Intervall zwischen 60 % (= p^{SOLL}_{min}) und etwa 92 % (= p^{SOLL}_{max}) gewählt werden kann, falls der Gesamtzeitgewinn z = 6 min, also der "bezogene Zeitgewinn" z/c = 36 beträgt. (Die vom "Kundigen" gegenüber dem "Unkundigen" eingesparte Zeit z ist in diesem Beispiel also 36 mal so groß wie die für einen Lernversuch - eine "Wiederholung" - erforderliche Zeit c.)

5. Konkretisierung der zweiten Maxime auf das Lernmodell

Unter Berücksichtigung von (5) und (6) und den im Anschluß an (6) genannten Vereinfachungen nimmt die Forderung II die folgende konkretere Form an:

$$(8\,a) \quad ! \quad (p^{SOLL} - p_0) \cdot z - c \cdot {}^{(1-a)}\log \frac{1-p^{SOLL}}{1-p_0} = \text{Max}$$

oder nach Division durch z und nach Umrechnung auf natürliche Logarithmen:

$$(8\,b) \quad ! \quad p^{SOLL} - p_0 + \frac{1}{n} (\ln (1-p^{SOLL}) - \ln (1-p_0)) = \text{Max}$$

oder, da p^{SOLL} die festzulegende, unabhängige Variable ist:

$$(8\,c) \quad ! \quad \frac{\partial}{\partial p^{SOLL}} (n \cdot p^{SOLL} - np_0 + \ln (1-p^{SOLL}) - \ln (1-p_0)) = 0$$

Da bei dieser Betrachtung sicher die Vorkenntnis von p^{SOLL} unabhängig ist und bei unseren Vereinfachungen dies wenigstens in grober Näherung auch für c, a und z, also für n angenommen werden darf, folgt aus (8 c) die Forderung:

$$(9\,a) \quad ! \quad n - \frac{1}{1 - p^{SOLL}} = 0 \qquad \text{bzw.}$$

$$(9\,b) \quad ! \quad p^{SOLL} = 1 - \frac{1}{n}.$$

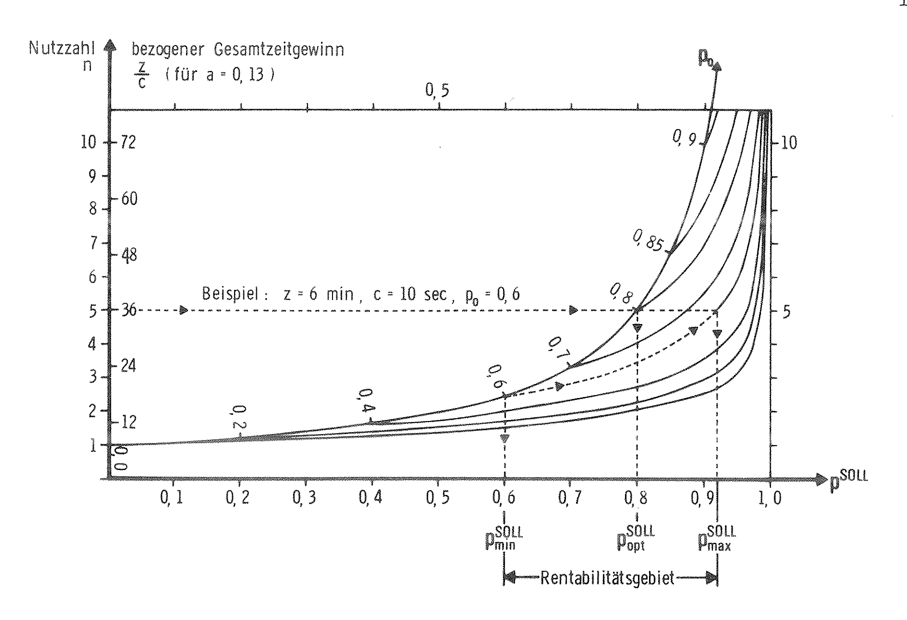


Bild 2 Rentabilitätsgebiet von p^{SOLL} in Abhängigkeit von p_0 und n bzw. $\frac{z}{c}$ (für a = 0,13)

Den Sollwert, welcher dieser Forderung genügt, bezeichnen wir mit p^{SOLL}_{opt}. Der Zusammenhang

(9 c) $$p^{SOLL}_{opt} = 1 - \frac{1}{n}$$

ist als linke Grenzkurve in Bild 2 schon dargestellt.

Sofern der nach (9 c) berechnete Wert kleiner oder gleich p_0 ist, lohnt sich das Lernen auch bei optimaler Sollwertfestsetzung offensichtlich nicht. Als Rechenkontrolle kann man andererseits den (in unserem Sinne optimalen) Sollwert p^{SOLL}_{opt} aus (9 c) in die Bedingung (7 d) einsetzen, um sich zu überzeugen, daß p^{SOLL}_{opt} tatsächlich nicht nach rechts aus dem Rentabilitätsgebiet (Bild 2) herausfällt.

Nach Umformungen, die erlaubt sind, da $p^{SOLL}_{opt} = 1 - \frac{1}{n} > p_0$ vorausgesetzt ist, erhält man

(10) $\ln n \cdot (1 - p_0) < n \cdot (1 - p_0) - 1$

Nun gilt tatsächlich $\ln x < x - 1$ allgemein für alle positiven $x \neq 1$, d.h. die Rentabilitätsgrenze wird für $p_0 = 1 - \frac{1}{n}$ erreicht, also für einen Wert, den wir soeben ausschlossen, da er gleich dem (nach Maxime II:) optimalen Sollwert ist.

Der an sich einfache Zusammenhang zwischen p_{opt}^{SOLL} und n ist insofern unpraktisch, als in n sowohl der (unter anderem) psychostrukturabhängige Wert a, also auch der durch die Lehrstoffanwendbarkeit bedingte Zeitgewinn z, als auch die lehrmethodisch beeinflußbare Größe c steckt. In Bild 3 ist daher die Abhängigkeit des quantitativen Lehrziels p^{SOLL} von der Lernwahrscheinlichkeit a mit z/c als Parameter dargestellt, in Bild 4 umgekehrt die Abhängigkeit des optimalen Sollwerts von z/c mit a als Parameter.

6. Anwendbarkeit

Wie bei der Anwendung jeder Theorie muß bei der quantitativen Herleitung eines Sollwerts für einen Lernprozeß in einem praktischen Anwendungsfall geprüft werden, ob das der Theorie zugrundeliegende Modell die Wirklichkeit für den vorliegenden Zweck ausreichend genau wiedergibt. Bei der Abschätzung der absoluten Nutzungshäufigkeit N wird man ausgehen von einer als ungefähr konstant angenommen zeitlichen Dichte ν der Anwendungsfälle des Gelernten, so daß

(11) $N = \nu \cdot s$

ist, falls s die Zeit der Speicherung bezeichnet. Da unser Modell kein Vergessen vorsieht, wäre s die restliche Lebenserwartung des Lernenden. Dies ist gewiß unrealistisch. Vielmehr unterscheidet die Informationspsychologie (vgl. Frank, 1969, Kapitel 5) zwischen einem Kurzgedächtnis mit einer mittleren Speicherzeit $\bar{s}$ von Stunden bis Tagen und einem Langgedächtnis mit einer mittleren Speicherzeit $\bar{\bar{s}}$ von Monaten bis Jahren. Nach dem einfachsten informationspsychologischen Gedächtnismodell ist die Wahrscheinlichkeit, daß das Gelernte zum Zeitpunkt t noch nicht vergessen ist, jeweils gleich

(12) $r = e^{-t/\bar{s}}$

Bei ungefähr konstantem ν kann man in (11) für s die mittlere Speicherzeit $\bar{s}$ einsetzen, z.B. im Falle des Kurzgedächtnisses eine Größenordnung von $\bar{s} = 8$ Stunden, im Falle des Langgedächtnisses eine Größenordnung von $\bar{\bar{s}} = 7$ Jahren. (Diese Größenordnung erhält man unschwer aus den bei Frank, 1969, Abschnitt

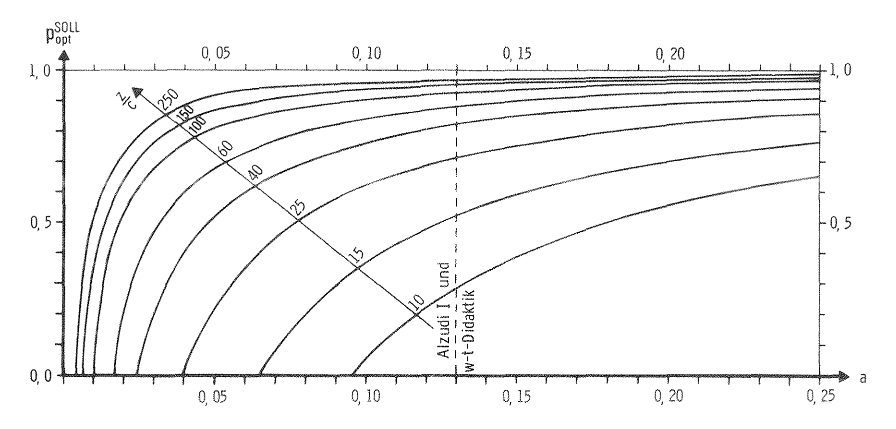


Bild 3 Optimaler Sollwert in Abhängigkeit von der Lernwahrscheinlichkeit a bei jedem Lernanlaß

Bild 4 Optimaler Sollwert in Abhängigkeit vom bezogenen Gesamtzeitgewinn

5,54 ermittelten Speicherkapazitäten von 16 600 bit bzw. 10 Millionen bit und Einlerngeschwindigkeiten von 40 320 bit/Tag bzw. 4 032 bit/Tag für das Kurz- bzw. Langgedächtnis, da die mittlere Speicherzeit gleich dem Verhältnis von Speicherkapazität zu Einlerngeschwindigkeit ist. Vgl. Gleichung 238 bei Frank, 1969, Bd. II, S. 100.) Die Lernwahrscheinlichkeit a bei einem Lernanlaß liegt für das Langgedächtnis (wegen $C_{vl} \approx 0,1 \cdot C_{vk}$) um eine Zehnerpotenz tiefer als beim Kurzgedächtnis, also statt zwischen 5 % und 25 % nur zwischen 0,5 % und 2,5 %.

Offensichtlich lohnt sich ein Einlernen in das Kurzgedächtnis daher in der Regel nur, falls der Lehrstoff lediglich für Stunden bis Tage benötigt wird (z.B. die Namen einander vorzustellender Gäste bei einem Empfang, die Preise anbietbarer Speisen einer täglich wechselnden Speisekarte eines Restaurants, Fachausdrücke einer Fremdsprache, aus welcher anschließend ein Fachreferat zu übersetzen ist, die heutigen Börsenkurse, Fußballergebnisse etc. für die Beantwortung fernmündlicher Anfragen, sowie Schullehrstoffe, welche unmittelbar anschließend in Übungen benötigt werden).

Für das Einlernen in das Langgedächtnis ergeben sich auch bei kleiner zeitlicher Dichte ν der Anwendungsfälle hohe Werte für p_{opt}^{SOLL} wegen der wesentlich höheren mittleren Speicherzeit $\bar{s}$. In der pädagogischen Praxis wird man jedoch die aus einem solchen p_{opt}^{SOLL} und der geringen Lernwahrscheinlichkeit a nach (2) ermittelbare hohe Wiederholungszahl w zu einem beträchtlichen Teil durch Anwendung des zunächst mit weniger Wiederholungen in das Kurzgedächtnis Eingelernten innerhalb einer sofort anschließenden Übung erreichen. Um zu bestimmen, wie groß dieser Anteil ist, müssen Modellvoraussetzungen gemacht werden, aus denen hervorgeht, inwieweit es zeitsparend oder anderweitig vorzuziehen ist, schon vor dem Beginn der Übung statt erst während dieser den Lehrstoff kennenzulernen.

Eine weitere Verfeinerung der Theorie erhält man, wenn man berücksichtigt, daß für in das Langgedächtnis aufzunehmende Lehrstoffe die zeitliche Dichte der späteren Anwendungen in der Regel nach einer Funktion

$$(13) \qquad \nu(t) = \nu_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

abklingt.

Diese und andere Weiterführungen und Verallgemeinerungen unseres Ansatzes müssen späteren theoretischen und empirischen Untersuchungen im Rahmen einer kybernetischen Lehrplanforschung vorbehalten bleiben.

7. Anhang über Synonyme

Man kann die Frage aufwerfen, was zweckmäßiger ist: von zwei gleichwertigen Lehrstoffelementen (z.B. synonyme fremdsprachliche Ausdrücke für die aktive Sprachbeherrschung) eines mit dem Wert $p^{SOLL} = q$ lernen zu lassen, oder beide mit einem reduzierten Wert r jedoch so, daß die Wahrscheinlichkeit, daß mindestens eins gelernt ist, gleich q ist, d.h.

$$1 - (1 - r)^2 = q$$

folglich

$$1 - r = \sqrt{1 - q}$$

Nimmt man an, die Vorkenntniszahl sei in beiden Fällen 0, dann erhält man nach (2) an Wiederholungen:

$$2 \cdot \left[{}^{(1-a)}\log \sqrt{1-q} \right] = 2 \cdot \left[\frac{1}{2} \; {}^{(1-a)}\log (1-q) \right] \geqq {}^{(1-a)}\log (1-q).$$

Man kommt also zu keiner Einsparung. Anders sieht es aus, wenn für beide Verfahren eine Vorkenntnis $p_0 \geqq 0$ vorliegt. Dann gilt (bei Vernachlässigung der eckigen Klammern:)

$$2 \cdot {}^{(1-a)}\log \frac{\sqrt{1-q}}{1-p_0} = 2 \cdot \left(\frac{1}{2} \; {}^{(1-a)}\log (1-q) - {}^{(1-a)}\log (1-p_0) \right)$$

$$= {}^{(1-a)}\log (1-q) - 2 \cdot {}^{(1-a)}\log (1-p_0) < {}^{(1-a)}\log (1-q) - {}^{(1-a)}\log (1-p_0)$$

$$= {}^{(1-a)}\log \frac{1-q}{1-p_0}$$

Da in der Regel stets $p_0 > 0$ anzunehmen ist, ist es also ökonomisch, statt eines Einzelrepräsentanten einer Äquivalenzklasse alle Repräsentanten lernen zu lassen, jedoch mit einem so reduzierten Sollwert, daß mit dem ursprünglich angesetzten Sollwert mindestens einer der Repräsentanten dieser Klasse gelernt würde.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar — Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren. In Frank, H. (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht 4, Klett Stuttgart, und Oldenbourg, München, 1966

Frank, Helmar	Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Pädagogistik. Agis, Baden-Baden, Kohlhammer, Stuttgart, [2]1969
Frank, Helmar Frank-Böhringer, B.	Zur Rentabilitätsgrenze beim Lernen, GrKG 9/2, S. 59, 1968
Frank-Böhringer, Brigitte	Erfahrungen mit einem linearen Lehrautomatenprogramm über Teamarbeit. In: Praxis und Perspektiven des Programmierten Unterrichts, Band II, Schnelle, Quickborn, 1967

Eingegangen am 23. November 1971

Anschrift der Verfasser:
1 Berlin 46, Calandrellistr. 59 B

KYBERNETISCHE BUCHVERÖFFENTLICHUNGEN 1971

besprochen von B. Frank-Böhringer

Der Redaktion gingen folgende Bücher zu, die nur einen Teil des immer umfangreicher werdenden Angebots an kybernetisch und bildungstechnologisch relevanter Literatur darstellen. Die Zusammenstellung erhebt daher keinen Anspruch auf einen umfassenden Überblick, sie kann vielmehr nur einzelne Akzente setzen.

Im ersten Teil werden Werke aufgeführt, die die allgemeine Kybernetik betreffen, während der zweite Teil einige die kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie behandelnde Arbeiten erwähnt.

Steinbuch, Karl
Automat und Mensch
4. neubearbeitete Auflage, Springer- Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Heidelberger Taschenbücher, Band 81, 266 S., DM 16,80

Eines der Standardwerke der Kybernetik hat eine vierte, neubearbeitete Auflage erfahren, die als Taschenbuch in gestraffter und preiswerter Form einem noch größeren Leserkreis zugänglich sein wird. Trotz der Kürzung erfaßt das Buch noch sämtliche kybernetisch relevanten Gebiete in der bekannten, sehr anschaulichen und präzisen Darstellung, informiert über den neuesten Forschungsstand und fordert engagiert zur Diskussion auf, was der neue Untertitel "auf dem Weg zu einer kybernetischen Anthropologie" andeutet.

Bauer, Friedrich, L., und Goos, Gerhard
Informatik
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York,
1. Teil: Heidelberger Taschenbücher, Band 80, 213 S. DM 9,80
2. Teil: Heidelberger Taschenbücher, Band 91, 202 S., DM 12,80

Ein ausgezeichnetes Lehrbuch, das tief in die begrifflichen Grundlagen eindringt und in sauber aufeinander aufbauender, gut gegliederter anschaulicher Form mehr bietet als die im Untertitel angekündigte "einführende" Übersicht. Die stark mathematisierte Darstellung unterscheidet das (auch als Lehrbuch konzipierte) Werk von Steinbuchs "Automat und Mensch", mit dem es einige gemeinsame Themen verbindet. Steinbuchs Werk hat über den informativen Aspekt hinausgehend im wesentlichen Appellcharakter, wie es der völlig andere Titel auch vorsieht.

Grüsser, O.-J., Klinke, R. (Hsg.)
Zeichenerkennung durch biologische und technische Systeme
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 182 Abb., 413 S. geb. DM 89,--
Tagungsbericht des 4. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik.

44 Autoren aus 6 Ländern referieren, teils englisch, teils deutsch über neueste Ergebnisse auf dem sehr wesentlichen Teilgebiet der Kybernetik, der Zeichenerkennung. Die Beschränkung auf dieses konkrete Spezialgebiet bewirkt das hohe Niveau dieser hervorragenden Übersicht von den neurophysiologischen Grundlagen bis zur computergesteuerten Spracherzeugung. Durch kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Ergebnisse ist das Werk auch als Nachschlagwerk geeignet. Die hervorragende Ausstattung rechtfertigt voll den etwas hohen Preis.

Maser, Siegfried
Grundlagen der allgemeinen Kommunikationstheorie
Berliner Union/Kohlhammer Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 205 S., DM 18,80

Maser hebt die Bedeutung der Kommunikation in interdisziplinären Bereichen (Kybernetik, Informatik, Planungswissenschaft) hervor. Nach Aufzeigen der speziellen Problematik der Kommunikation werden wissenschaftstheoretische Voraussetzungen zu einer allgemeinen Theorie der Kommunikation verarbeitet, sowie Anwendungen der Informationstheorie und Semiotik auf spezielle Kommunikationsprozesse aufgezeigt.
Die einzelnen Begriffe erfahren eine sukzessive Präzisierung bis zu mathematischen Formeln, z.B. werden aber auch verschiedene Informationsbegriffe diskutiert und gegenübergestellt.
Nicht nur äußerlich durch Übungsaufgaben, Funktionswerttabellen und Sachregister, sondern auch vom Inhalt her ein echtes Lehrbuch, überzeugend in klarer, fundierter und sehr anschaulicher Darstellung.

Stachowiak, Herbert
Rationalismus im Ursprung
Springer-Verlag Wien New York (Library of Exact Philosophy 4) 348 S.

Der Autor behandelt die Ursprünge des axiomatischen Denkens in der vorgriechischen und griechischen Philosophie und Mathematik und schließt mit einer gestrafften geschichtlichen Zusammenfassung der anschließenden Auseinandersetzung über die Axiomatik bis zu David Hilbert.
Ein philosophisch und wissenschaftstheoretisch gleichermaßen bedeutendes hervorragendes Werk.

Stever, Hermann
Superierung durch Komplexbildung
Dissertation Universität Karlsruhe

Stever greift in seiner mathematischen Dissertation das von Felix von Cube in dieser Zeitschrift 1961 vorgeschlagene, 3 Jahre später von Karl Eckel ebenfalls in den GrKG angegriffene und später in einer verallgemeinerten Form von Miloš Lánský weitergeführte "Verfahren der mechanischen Didaktik" auf. Es gelingt ihm eine erhebliche Verallgemeinerung des von Cubeschen Ansatzes samt einem Anschluß an empirische Überprüfungsmöglichkeiten, die eng an das Shannon-Weltnersche Rateverfahren anschließen.

Moles, A.A.
Art et Ordinateur
Reihe "Synthèses Contemporaines" Casterman Paris, 272 S., ffrs. 30,--
(in französischer Sprache)

Eine sehr originelle, wunderbar anschauliche Darstellung der wechselseitigen Beziehungen von Kunst und Rechner; einerseits der Rechner als "Kunstproduzent" (z.B. permutationelle Kunst, Computergrafik, maschinelle Gedichte, "künstliche" Musik), andererseits als Hilfsmittel der Kunstkritik und -analyse, wobei dieser zweite Aspekt allerdings nur ganz kurz angesprochen und nicht näher ausgeführt wird. Das Problem der Visualisation, auch in bezug auf den programmierten Unterricht, wird diskutiert, "Sehtexte" deuten den Übergang von Poesie zur Grafik an, um nur einige der vielen Aspekte herauszugreifen. Reichhaltig, originell und z.T. sehr amüsant illustriert.

Maltese, L.F. y Otros:
Cibernetica, Cibernetica y sociedad
T.E.U.C.O. Universidad Nacional de Córdoba, Argentinien, 430 S.

Als Ehrung für Norbert Wiener enthält das Buch Arbeiten eines Kongresses "Cibernetica y sociedad" der Universität Córdoba in spanischer Sprache aus verschiedenen kybernetisch relevanten Gebieten (mathematische Behandlung der Kunstphilosophie, Kybernetik und Biologie, Schaltungslogik u.a.).

Steinbuch, Karl
Mensch, Technik, Zukunft (Basiswissen für die Probleme von morgen)
Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 352 S.

Steinbuch kämpft für eine rationale Zukunftsplanung ("Humane Absichten mit Sachverstand verwirklichen" S. 9). Aus elf verschiedenen, auch verschie-

denartigen Wissensgebieten, z.B. "Kreativität", "Mensch und Materie", "Informationsübertragung", "Programmierte Instruktion", aber auch "Verkehr", "Umweltschutz", werden aufbauend auf dem entsprechenden Basiswissen (übersichtlich gekennzeichnet durch ■ am Kopf jeder Seite) die jeweils relevanten Probleme (●) erörtert. Das Schlußkapitel ist der "Kontrolle der Technik" gewidmet. Ein teils kybernetisches, teils wahrhaft politisches, jedenfalls ein im besten Sinne herausforderndes Buch.

Frank, Helmar
Kybernetische Grundlagen der Pädagogik
Urban Taschenbücher, Band 137, Kohlhammer Stuttgart, 240 S., DM 9.80
Das Taschenbuch ist eine Kurzfassung des zweibändigen Lehrbuchs gleichen Titels in zitierfähiger Form (Originalseitenzahlen und -kapitelangaben sind auf jeder Seite angegeben, Auslassungen genau gekennzeichnet), wobei im Hinblick auf einen erweiterten Leserkreis mathematische Formulierungen möglichst weitgehend eingeschränkt wurden.

Rollett, Brigitte u. Weltner, Klaus (Hsg.)
Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie
Referate des 8. Symposions der Gesellschaft für Programmierte Instruktion 1970, Ehrenwirth München, 306 S., DM 40,--
Eine repräsentative Auswahl von Arbeiten aus verschiedenen, unter dem Oberbegriff "Unterrichtstechnologie" zusammengefaßten Gebieten (Lernzielbestimmung, Didaktik der Unterrichtstechnologie, Entwicklung von Lehrprogrammen, Planung von Unterrichtssystemen, Erprobung von Lehrprogrammen und Verbundsystemen, technische Medien, Datenverarbeitungsanlagen, kybernetische Modelle, Informationspsychologie) beleuchtet in 41 Beiträgen die große Vielfalt der Forschungsrichtungen und deren neueste Ergebnisse in übersichtlicher Form, wobei für den Leser die Einleitung, die die einzelnen Schwerpunkte kurz umreißt, eine wichtige Orientierungshilfe darstellt.

Zielinski, Johannes (Hsg.)
Aspekte des programmierten Unterrichts
Erziehungswissenschaftliche Reihe, Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main, 186 S., DM 19,80
Es sind hauptsächlich drei Aspekte (der kybernetische, der verhaltenspsychologische und der pädagogisch-programmatische), zu denen vier, bzw. ein, bzw.

fünf Autoren zu Wort kommen. Eine leicht lesbare, im Vergleich zu den aktuelleren Tagungsberichten (Rollett-Welter) mehr grundsätzliche Übersicht, die auch auf sorgfältig ausgewähltes weiterführendes Schrifttum verweist.

Rauner, Felix und Trotier, Jürgen
Computergesteuerter Unterricht (Das ALCU-Projekt)
Berliner Union Verlag, Kohlhammer, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, 228 S.

Hinter der von den Autoren bescheiden "Zwischenbilanz eines Schulversuchs" genannten Darstellung eines Lehrmaschineneinsatzes in einer Berliner Fachoberschule verbirgt sich die eingehende Beschreibung einer dreijährigen Studie einer Zusammenarbeit zwischen einem "koordinierenden Kernteam", Projektgruppen zur Lehrprogrammerstellung, Industrie und Hochschule. Die Lehrprogrammentwicklung wird ausführlich beschrieben, ebenso werden die verschiedenen Erfahrungen durch reichhaltiges Material (Tests, Befragungen usw.) belegt. Man sieht dem Buch deshalb einige Flüchtigkeitsfehler (fehlende Zwischenüberschrift oder fehlende Vortestergebnisse in den Polaritätsprofilen) gerne nach.

Frank, Helmar und Meder, Brigitte, S.
Einführung in die kybernetische Pädagogik
dtv - wissenschaftliche Reihe, Deutscher Taschenbuch-Verlag Stuttgart, 204 S., DM 5,60

Der didaktische Grundgedanke dieser Einführung ist, denjenigen Weg einzuschlagen, der die Mathematik am spätesten berührt, so daß insbesondere auch geisteswissenschaftlich orientierte Leser an die kybernetische Pädagogik herangeführt werden können. Den drei Kennzeichen der Kybernetik (informationeller Gegenstand, Objektivierungsabsicht und Kalkülisierung der geistigen Arbeit) folgend werden nach einer wissenschaftstheoretischen Einleitung zunächst der informationelle Gegenstandsbereich der Pädagogik phänomenologisch dargelegt, sodann die Objektivierungen pädagogischer Arbeit vorgestellt und erst anschließend erste Ansätze einer Mathematisierung gebracht.

Schröder, Hartwig
Lerntheorie und Programmierung - Lerntheoretische Grundlagen der Programmierten Unterweisung
Ehrenwirth Verlag München, 232 S., DM 19,80

Unter ausgiebiger Verwendung von weit über 1000 Schrifttumstiteln wird hier mit großem Fleiß eine Zusammenstellung und kritische Wertung verschiedener, den Programmierten Unterricht wissenschaftlich begründender Theorien vorge-

nommen. Es ist nicht einfach, in der Fülle des Materials die zweifellos vorhandenen neuen Gedanken zu finden. Man ist daher dem Verfasser dankbar zu erfahren, daß die wesentliche Erkenntnis die Tatsache sei, daß der Programmierte Unterricht auf den drei theoretischen Grundlagen, der Lernpsychologie, der Informationstheorie und der Kybernetik (S. 172) basiere. Das den Lesefluß empfindlich störende Zitatwesen führt zu Auswüchsen wie diesem, daß die allgemein bekannte Und- und Oderschaltung "nach v. Cube..." ausgewiesen wird! Ausgesprochen erfreulich ist jedoch das reichhaltige Schrifttum, das das gestellte Problem behandelt bzw. tangiert.

Eigler, Gunther
Auf dem Weg zu einer audiovisuellen Schule - vom geschlossenen Lehrsystem zu offenen Lernsystemen
Ehrenwirth Verlag München, 172 S., DM 16,80

In ausführlicher und im besten Sinne populärer Form (als Ausarbeitung von Rundfunkvorträgen) tritt der Autor für einen Aufbau von Medienverbundsystemen auf einer vorhergehenden Curriculumentwicklung ein. Die Differenzierung und Individualisierung der Lernprozesse und deren schrittweise organisatorische Veränderung führen nach Auffassung des Verfassers auch zu einer Veränderung der Lehrerrolle. - Einen raschen Überblick ermöglichen die kurzen Kapitelzusammenfassungen.

Taber, J.J., Glaser, R. Schaefer, H.H.
Verhaltenspsychologie - Didaktik - Programmierter Unterricht
(Versuch einer Auswertung verhaltenspsychologischer Forschungsergebnisse für die Planung und Durchführung von Unterricht), Pädagogisches Zentrum. Veröffentlichungen Reihe D: Didaktik-Analysen und Modelle, Band 6
Julius Beltz Verlag, Weinheim, Berlin, Basel, 202 S., DM 24,--

Der Originaltitel "Learning and Programmed Instruction" beleuchtet die breite und sehr allgemein gehaltene Darstellung (die das nicht englischsprachige Schrifttum ignoriert) besser als der etwas anspruchsvolle deutsche Titel. Es bleibt fraglich, ob sich der Aufwand einer Übersetzung solcher Arbeiten lohnt.

Nunner-Winkler, Gertrud
Chancengleichheit und individuelle Förderung
Ferd. Enke Verlag Stuttgart, 152 S., DM 28,--

Hier wird die im Untertitel angekündigte "Analyse der Ziele und Konsequenzen moderner Bildungspolitik" vorwiegend unter dem Aspekt der Gesellschaftspolitik und unter reichlicher Zuhilfenahme von Fremdwörtern (gemeint sind

nicht die selbstverständlichen Fachtermini) engagiert vorgetragen; den Problemkreis der GrKG tangiert das Buch nur in geringem Maße.

Ries, Heinz
Soziale Struktur des Bildungssystems und Sozialisation von Talenten
Ferd. Enke Verlag Stuttgart, 40 Abb., 25 Tabellen, 293 S., DM 49,--

Der Autor, der das Buch als "Skizze eines theoretischen Bezugsrahmens der Bildungs- und Talentforschung" (Vorwort) bezeichnet, verwendet - im Gegensatz zu Nunner-Winkler - auch kybernetische Methoden in dieser großangelegten Studie zur Soziologie und Sozialpsychologie der Bildung.
Neben dem ausführlich diskutierten theoretischen Ziel der Arbeit gibt Ries als "äußere Relevanz" (S. 279) ein humanbezogenes Motiv, das Recht auf Chancengleichheit, an. Insofern ist die Arbeit von Nunner-Winkler als gewisse Ergänzung zu betrachten.
Die übersichtliche Gliederung ermöglicht nicht nur dem Soziologen sondern auch dem Psychologen und Pädagogen eine rasche Orientierung.

DIE AUTOREN DES BANDES 12

Berger, Wolfgang	Institut für Philosophie und Wissenschaftstheorie der Universität, 7 Stuttgart, Friedrichstr. 10/8
Eckel, Karl	Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 6 Frankfurt/Main 90, Schloßstr. 29
Ehses, Hanno	c/o Hochschule für Gestaltung Ulm
Frank, Prof. Dr. Helmar	1 Berlin 46, Calandrellistr. 59 B
Maser, Prof. Dr. Siegfried	3301 Schapen, In den Balken 15
Meder, Brigitte S.	1 Berlin 46, Preysingstr. 40 (oder Institut für Kybernetik, Malteserstr. 74-100)
Niedereichholz, Dr. J.	75 Karlsruhe, Englerstr. 2, Rechenzentrum der Universität
Schleichert, Dr. Hubert	775 Konstanz, Universität, Fachbereich Philosophie
Schrage, Dr. G.	593 Hüttental-Weidenau, Adolf-Reichwein Str. 2
Schuhmacher, W.W.	DK 3500 Vaerlöse, Klostergaardsvej 18
Stever, Dr. Hermann	75 Karlsruhe, Kaiserstr. 12, Mathematisches Institut II der Universität
Wiesenfarth, Gerhard	725 Leonberg-Eltingen, Alte Ramtelstr. 56

INHALT VON BAND 12 (1971)

MITTEILUNG
AN DIE BEZIEHER
UND MITARBEITER
DER GRKG

Vom 13. Jahrgang ab werden die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft im Verlag Hermann Schroedel, Hannover, in höherer Auflage, wesentlich verbesserter Aufmachung und zu einem etwas höheren Preis erscheinen.

Die Schriftleitung dankt den Herren Eberhard und Wolfgang Schnelle, sowie Herrn Wolfgang Riedel für die bisherige verlegerische Betreuung.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung.

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.
Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen und wenn möglich, zur Vermeidung von Druckfehlern, das Manuskript in Proportionalschrift mit Randausgleich als fertige Photodruckvorlage einzusenden.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden). Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a“, „b“ etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a“ etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Forme des manuscrits.

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.
En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne deuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand et, si possible, pour éviter des fautes d'impression, de fournir le manuscript comme original de l'impression phototechnique, c'est-à-dire tapé avec une machine aux caractères standard et avec marges étroites.
La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la révue, le tome, les pages (p.ex. p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; le titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complèté par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

Form of Manuscript.

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.
Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed.
If manuscripts are not written in German, a German summary is requested. If possible these manuscripts should be written as original for phototechnical printing, i. e. typed with proportional types and with straight-line margin.
Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.